



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Tobias RULAND

Application No.: NEW

Group Art Unit: To be assigned

Filed: July 3, 2001

Examiner: To be assigned

For: SPEECH ANALYSIS METHOD

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

German Patent Application No. 100 32 255.7

Filed: July 3, 2000

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: July 3, 2001

By: Mark J. Henry
Mark J. Henry
Registration No. 36,162

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500

This Page Blank (uspto)



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 32 255.7
Anmeldetag: 03. Juli 2000
Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE
Bezeichnung: Verfahren zur Sprachanalyse
IPC: G 06 F, G 10 L

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. April 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurks

This Page Blank (uspto)

Beschreibung

Verfahren zur Sprachanalyse

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Sprachanalyse, bei dem einer sprachlichen Äußerung eine syntaktische Struktur zugeordnet wird. Dazu wird die Äußerung in Spracheinheiten unterteilt. In den häufigsten Fällen wird die Unterteilung so vorgenommen, dass ein Wort eine Spracheinheit bildet. Dann
- 10 wird diesen Spracheinheiten jeweils eine Sprachkategorie zugeordnet. Die Sprachkategorien der Spracheinheiten in einer syntaktischen Struktur geben ihre grammatische Funktion wieder.
- 15 Die syntaktische Struktur einer sprachlichen Äußerung erhält man durch sukzessive Anwendung von Sprachstrukturregeln, die die Grammatik bilden. Die Anwendung einer Sprachstrukturregel wird als Aktion bezeichnet. Bei der Sprachanalyse wird ausgehend von einem Ausgangszustand die Sprachkategorie der ersten Spracheinheit herangezogen. Der Kombination aus Sprachkategorie und Spracheinheit wird bei einer deterministischen Sprache, etwa einer Computersprache, eine bestimmte Aktion zugeordnet. Diese Vorgehensweise ist zum Beispiel von Compilern bekannt, wobei in einem Parsingverfahren die Zuordnung
- 20 über eine Parsingtabelle erfolgt.
- 25

Bei einer natürlichen Sprache, die Mehrdeutigkeiten aufweist, kann in vielen Fällen nicht mehr eine bestimmte Aktion zugeordnet werden, sondern es sind entsprechend der Mehrdeutigkeit der Sprache mehrere Aktionen zuordenbar. Für das Auffinden einer bevorzugten syntaktischen Struktur, wie es in der Sprachanalyse in der Regel gefordert wird, werden den Aktionen unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten zugeordnet. Durch Ausführen der Aktionen werden ausgehend vom gegebenen Zustand

30 eine Anzahl von Folgezuständen bestimmt. Bei alternativen Aktionen konkurrieren alle möglichen Folgezustände miteinander, was man dazu nutzen kann, diejenigen Folgezustände mit

35

schlechteren probabilistischen Bewertungen von der weiteren Betrachtung auszuschließen. J. H. Wright und E. N. Wrigley "GLR-Parsing with Probability" in M. Tomita "Generalized LR-Parsing", Kluwer Academic Publishers, Boston, 1991, realisieren auf diese Art eine Form der Suche, bei der nur die besten konkurrierenden Folgen von Aktionen und Folgezuständen für die weitere Analyse verwendet werden.

Das Problem besteht nunmehr darin, die Wahrscheinlichkeiten für die unterschiedlichen Aktionen zu bestimmen. T. Briscoe und J. Carroll "Generalized Probabilistic LR-Parsing of Natural Language (Corpora) with Unification-Based Grammars" in "Computational Linguistics", Vol. 19, No. 1, 1993 ermitteln diese Wahrscheinlichkeiten kontextabhängig, indem sie sie von den Folgezuständen und den Sprachkategorien abhängig machen.

Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur rechnergestützten Sprachanalyse, insbesondere zum Parsing, zur Verfügung zu stellen, mit dem sich präzisere und aussagekräftigere Wahrscheinlichkeiten für die einzelnen Aktionen ermitteln lassen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

In den Verfahren nach dem Stand der Technik werden die Wahrscheinlichkeiten für die Aktionen immer nur in Abhängigkeit von den in einem Parsingverfahren in der Parsingtabelle syntaktischen Größen ermittelt. Diese Größen werden als Kontext im engeren Sinne bezeichnet und sind Sprachkategorie, Zustände, einschließlich Folgezustände, und Aktionen. Das erfindungsgemäße Verfahren geht darüber hinaus, indem es auch syntaktische Größen für die Berechnung der Wahrscheinlichkeiten berücksichtigt, die bei den Verfahren nach dem Stand der Technik weder bei der Berechnung der Wahrscheinlichkeiten, noch sonst bei der Zuordnung einer Aktion zur Kombination von

Zustand und Sprachkategorie Eingang finden. Diese syntaktischen Größen bilden den erweiterten Kontext.

Eine im erweiterten Kontext bevorzugte syntaktische Größe ist
5 der Dialogakt der Äußerung. Wenn die Äußerung zum Beispiel
den Dialogakt "Begrüßung" aufweist, es sich bei der Äußerung
also um eine Begrüßungsformel handelt, ergeben sich für die
Wahrscheinlichkeiten zu einer Kombination von Zustand und
Sprachkategorie andere Werte, als sie sich für dieselbe Kom-
10 bination von Zustand und Sprachkategorie bei einer Äußerung
mit dem Dialogakt "Schilderung" ergeben.

Im Gegensatz zum Kontext im engeren Sinne, der nur die
Sprachkategorie einer Spracheinheit enthält, kann der erwei-
15 terte Kontext auch die Spracheinheit selbst enthalten. Mit
dieser Spracheinheit selbst können weitere Informationen ver-
knüpft sein, die bei der Ermittlung der Wahrscheinlichkeiten
und damit letztlich bei der Bewertung der Aktionen berück-
sichtigt werden. Darüber hinaus können die Wahrscheinlichkei-
20 ten noch von weiteren Spracheinheiten der Äußerung abhängen.

Eine weitere im erweiterten Kontext bevorzugte syntaktische
Größe ist der Sprachstil, mit dem die Spracheinheit und/oder
die Äußerung wiedergegeben wurde. Diese Größe tritt selbst-
25 verständlich nur auf, wenn die zu analysierende Äußerung tat-
sächlich gesprochene Sprache ist oder ihr anderweitig ein
Sprachstil zugeordnet wird.

Für eine einfachere Analyse empfiehlt es sich, den Sprachein-
30 heiten eine Reihenfolge zuzuteilen und sie in dieser Reihen-
folge abzuarbeiten. Die einfachste und in der Regel sinn-
vollste Reihenfolge ergibt sich dabei aus der Reihenfolge der
Spracheinheiten in der Äußerung. Möglich ist aber zum Bei-
spiel auch die umgekehrte Reihenfolge der Spracheinheiten in
35 der Äußerung.

- In der Regel wird das zur Verfügung stehende Datenmaterial nicht ausreichen, um die Abhängigkeit der Wahrscheinlichkeiten von allen syntaktischen Größen im erweiterten Kontext zu bestimmen. Es ist deshalb vorteilhaft, mehrere syntaktische Größen des Kontextes zu einem Subkontext zusammenzufassen und die Wahrscheinlichkeit einer Aktion in einem Kontext durch eine Verrechnung der Wahrscheinlichkeiten der Aktion in den Subkontexten zu approximieren.
- Es empfiehlt sich, für das Verfahren zur rechnergestützten Sprachanalyse auf ein stochastisches Parsing, insbesondere ein stochastisches LR-Parsing, zurückzugreifen, da diese Verfahren hinreichend bekannt und implementiert sind. Das stochastische LR-Parsing hat dabei noch den Vorteil einer sehr hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit. Dies gilt insbesondere, wenn für das Zuordnen einer oder mehrere Aktionen zu einer Kombination von Zustand und Sprachkategorie eine Parsingtafel verwendet wird.
- Wenn man bei einem solchen Parsing mit einem Stack arbeitet, hat es sich in Zusammenhang mit der Erfindung als vorteilhaft erwiesen, dass der erweiterte Kontext das nicht-terminale Grammatiksymbol des obersten Stackelementes oder den Phrasenkopf des obersten Stackelementes enthält.
- Weitere wesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen; dabei zeigt
- Figur 1 eine Zuordnungstabelle für die Zuordnung von Aktionen zu Kombinationen von Zustand und Sprachkategorie,
- Figur 2 eine kontextfreie Grammatik,
- Figur 3 eine einer Beispielaussage zugeordnete syntaktische Struktur,

Figur 4 eine andere, derselben Beispielaussage zugeordnete syntaktische Struktur, und

Figur 5 eine Folge von LR-Stacks.

5

Bei natürlichen Sprachen treten strukturelle Mehrdeutigkeiten auf, die für eine Reihe von Anwendungen, wie z. B. maschinelle Übersetzung und Sprachsynthese, aufgelöst werden müssen. Solche Mehrdeutigkeiten und das erfindungsgemäße Verfahren sollen hier an dem deutschsprachigen Beispiel „Die Frau sah das Kind mit dem Fernglas“ erläutert werden. Diese Aussage ist insofern zweideutig, als er zum Einen bedeuten kann, dass die Frau durch das Fernglas schaut und dabei das Kind sieht. Zum Anderen kann die Aussage bedeuten, dass die Frau das Kind sieht, das ein Fernglas bei sich hat.

Im Verfahren zur rechnergestützten Sprachanalyse wird die Aussage nun zunächst in Spracheinheiten unterteilt, wobei jedes Wort eine Spracheinheit bildet. Dann werden die Spracheinheiten jeweils Sprachkategorien zugeordnet: „Die“ der Kategorie „Det“ für „Artikel“, „Frau“ der Kategorie „N“ für „Substantiv“, „sah“ der Kategorie „V“ für „Verb“, „das“ der Kategorie „Det“ für „Artikel“, „Kind“ der Kategorie „N“ für „Substantiv“, „mit“ der Kategorie „Prep“ für „Präposition“, „dem“ der Kategorie „Det“ für „Artikel“ und „Fernglas“ der Kategorie „N“ für „Substantiv“.

Die weiteren Schritte werden anhand von Figur 1 erläutert, die den Spezialfall einer Parsingtabelle darstellt, an der aber auch das allgemeine Prinzip des Verfahrens gut nachvollzogen werden kann. Zunächst wird ein Zustand „0“ bestimmt. Als nächstes wird der Zustand „0“ mit der Sprachkategorie „Det“ der ersten Spracheinheit der Aussage kombiniert. Dann wird der Kombination von Zustand „0“ und Sprachkategorie „Det“ eine Aktion „s1“ zugeordnet. Da die Aussage an dieser Stelle noch eindeutig ist, erfolgt die Zuordnung mit der

Wahrscheinlichkeit 1. Die Aktion ist „s1“ („shift 1“), was bedeutet, dass der Folgezustand „1“ bestimmt wird.

5 Ausgehend von diesem Folgezustand wird nun das Verfahren erneut ab dem Kombinieren des Zustands mit der Sprachkategorie einer Spracheinheit ausgeführt. Im Beispiel wird den Spracheinheiten und damit auch ihren Kategorien die Reihenfolge der Spracheinheiten in der Äußerung zugeteilt. Deshalb wird der Folgezustand „2“ mit der Sprachkategorie „N“ der nächsten
10 Spracheinheit „Frau“ kombiniert. Dieser Kombination des Zustands „1“ mit der Sprachkategorie „Frau“ wird dann die Aktion „s3“ zugeordnet und durch das Ausführen der Aktion „s3“ („shift 3“) der Folgezustand „3“ bestimmt.

15 Diese Vorgehensweise wird weiter fortgeführt, wobei neben den „shift“-Aktionen, die nur zum Bestimmen eines neuen Zustands führen, auch noch „reduce“-Aktionen auftreten. Diese „reduce“-Aktionen bewirken zunächst das Ausführen einer Grammatikregel, wobei die Aktion „rn“ die Anwendung der Strukturregel
20 (n) bewirkt.

Ein Beispiel für eine solche Grammatik ist in Figur 2 dargestellt. Es handelt sich dabei um eine kontextfreie Grammatik mit sechs Regeln. Dabei steht das Symbol „NP“ für „Nominalphrase“, das Symbol „PP“ für „Präpositionalphrase“ und das
25 Symbol „VP“ für „Verbalphrase“.

Wird zum Beispiel der Kombination von Zustand (3) und Sprachkategorie „V“ die Aktion „r2“ zugeordnet, so wird zunächst
30 Regel (2) der Grammatik ausgeführt und die Sprachkategorien „Det“ und „N“ zu der Sprachkategorie „NP“ reduziert. Dann wird unter der Spalte „NP“ der Parsingtabelle nach Figur 1 der Befehl „g2“ ausgeführt und am Ende des Ausführens der Aktion schließlich der Folgezustand „2“ bestimmt.

35

Weiterhin stehen in der Parsingtabelle nach Figur 1 die Symbole „\$“ für „Satzende“, „Utterance“ für „Äußerung“ und „ac-

$$P(T) \approx \prod_{j=1}^{|d|} P(a_{d,j} | k_{d,j})$$

wobei die Struktur T durch |d| viele Aktionen $a_{d,j}$ entstanden ist, die mit dem Laufindex j ($j=1 \dots |d|$) geordnet sind. $k_{d,j}$ sei der Kontext, in dem die Aktion $a_{d,j}$ ausgeführt wird. Die Wahrscheinlichkeiten $P(a_{d,j} | k_{d,j})$ seien dabei durch die Approximation

$$P(a | k) = \sum_i \alpha_i \cdot P(a | K_i)$$

10

berechnet. Mit K_i seien die oben erwähnten Subkontexte bezeichnet. Die α_i seien geeignet gewählt, wobei die Summe über allen α_i 1 ergibt.

15 Die Wahrscheinlichkeiten werden nicht unbedingt a priori erstellt, sondern erst in der jeweiligen Zuordnungssituation. Gerade bei großen Tabellen würde eine Berechnung aller eventuell auftretenden Wahrscheinlichkeiten eine unangemessenen und zum größten Teil auch unnötigen Rechen- und Zeitaufwand
20 bedeuten.

25

Patentansprüche

1. Verfahren zur rechnergestützten Sprachanalyse, bei dem ei-
5 ner sprachlichen Äußerung eine syntaktische Struktur zugeord-
net wird, mit
 - einem Kontext im engeren Sinne für Kombinationen von Zu-
ständen und Spracheinheiten, der aus Sprachkategorien, Zu-
ständen, einschließlich Folgezuständen, und Aktionen be-
10 steht,
 - einem erweiterten Kontext für die Kombinationen von Zustän-
den und Spracheinheiten, der syntaktische Größen enthält,
die nicht im Kontext im engeren Sinne enthalten sind,
und mit folgenden Schritten
- 15
 - Unterteilen der Äußerung in die Spracheinheiten,
 - Zuordnen der Spracheinheiten zu den Sprachkategorien,
 - Bestimmen eines Zustands,
 - Kombinieren des Zustands mit der Sprachkategorie einer
Spracheinheit,
- 20
 - Zuordnen einer oder mehrerer Aktionen zur Kombination von
Zustand und Sprachkategorie mit einer Wahrscheinlichkeit,
die vom erweiterten Kontext abhängt,
 - Bestimmen einer Anzahl von Folgezuständen durch Ausführung
der Aktionen, und
- 25
 - erneutes Ausführen des Verfahrens ab dem Kombinieren des
Zustands mit der Sprachkategorie einer Spracheinheit für
zumindest einen der Folgezustände, so dass weitere Sprach-
einheiten der Äußerung abgearbeitet werden.
- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet,
dass der erweiterte Kontext den Dialogakt der Äußerung ent-
hält.
- 35 3. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

dass der erweiterte Kontext die Spracheinheit selbst und/oder weitere Spracheinheiten der Äußerung enthält.

5 4. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erweiterte Kontext den Sprachstil enthält, in dem
die Spracheinheit und/oder die Äußerung besprochen wurde.

10 5. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass den Spracheinheiten eine Reihenfolge zugeteilt wird und
dass die Spracheinheiten in der Reihenfolge dieser Zuteilung
abgearbeitet werden.

15 6. Verfahren zumindest nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zugeteilte Reihenfolge der Reihenfolge oder der um-
gekehrten Reihenfolge der Spracheinheiten in der Äußerung
entspricht.

20 7. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erweiterte Kontext hinsichtlich der syntaktischen
Größen in mehrere Subkontexte aufgeteilt ist.

25 8. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Verfahren ein stochastisches Parsing, insbesondere
ein stochastisches LR-Parsing ist.

30 9. Verfahren zumindest nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Zuordnen einer oder mehrerer Aktionen zu einer Kom-
bination von Zustand und Sprachkategorie über eine Parsingta-
35 belle erfolgt.

10. Verfahren zumindest nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,
dass das Verfahren einen Stack aufweist.

11. Verfahren zumindest nach Anspruch 10,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass der erweiterte Kontext eine extreme Sprachkategorie des
Stacks enthält.

12. Verfahren zumindest nach Anspruch 10,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass der erweiterte Kontext eine extreme nicht-terminale
Sprachkategorie des Stackes enthält.

Zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeiten für die Aktionen lassen sich beim Arbeiten mit einem Stack noch weitere Größen des erweiterten Kontexts auswerten. Dies ist zum einen die
 5 extreme Sprachkategorie im Stack, das heißt, die oberste oder unterste Sprachkategorie, die im jeweiligen Schritt im Stack vorhanden ist.

Zum anderen hat sich eine Abhängigkeit von der extremen
 10 nicht-terminalen Sprachkategorie im Stack als sinnvoll erwiesen. Eine kontextfreie Grammatik besteht aus Regeln, terminalen und nicht-terminalen Sprachkategorien und einem Startsymbol. Für die kontextfreie Grammatik nach Figur 2 ist „utterance“ das Startsymbol. Auf der linken Seite der Pfeile stehen die nicht-terminalen Sprachkategorien. Für diese Sprach-
 15 kategorien gibt es Regeln für eine Expansion. Im Gegensatz dazu existieren für die terminalen Sprachkategorien keine Expansionsregeln.

Für die Beispieläußerung werden die Wahrscheinlichkeiten, mit denen die Aktionen den Kombinationen von Zustand und Sprach-
 20 kategorie zugeordnet werden, in Abhängigkeit von Sprachkategorien, Zuständen, einschließlich Folgezuständen, Aktionen, Dialogakt, Spracheinheit, Sprachstil, extremen nicht-terminalen Sprachkategorien und extremen Sprachkategorien bestimmt.
 25 Die Wahrscheinlichkeit $P(T|W)$ einer syntaktischen Struktur T in Abhängigkeit von der Äußerung W ergibt sich aus:

$$P(T|W) = P(T) \cdot P(W|T)$$

30

wobei $P(T)$ und $P(W|T)$ wie folgt approximiert werden:

$$P(W|T) \approx \prod_{w_i \in W} P(w_i | l_i)$$

35 wobei w_i die i -te Spracheinheit der Äußerung W ist und l_i die w_i zugeordnete Sprachkategorie.

- auch die Spracheinheit „Frau“ selbst, bzw. mit dieser Spracheinheit verknüpfte Informationen, wie etwa, dass die Spracheinheit „Frau“ besonders häufig vor einer Präpositionalphrase steht. Im erweiterten Kontext kann diese Information nicht
- 5 nur bei der Ermittlung der Wahrscheinlichkeiten für Aktionen berücksichtigt werden, die der Kombination aus einem Zustand und der Spracheinheit „Frau“ zugeordneten Sprachkategorie zugeordnet werden. Da der erweiterte Kontext für jede Kombination von Zustand und Sprachkategorie auch weitere Spracheinheiten bzw. damit verknüpfte Informationen enthalten kann,
- 10 ist es im erfindungsgemäßen Verfahren nämlich auch möglich, die mit der Spracheinheit „Frau“ verknüpfte Information auch an anderen Stellen des Verfahrens einfließen zu lassen.
- 15 Weiterhin kann auch die syntaktische Größe „Sprachstil“ bei der Ermittlung der Wahrscheinlichkeiten berücksichtigt werden. Wenn zum Beispiel die Beispieläußerung im Sprachstil „Märchen“ vorliegt, kann dies zu anderen Wahrscheinlichkeiten für die Aktionen führen, als wenn sie im Sprachstil „Zeitungstext“ vorliegt.
- 20

Beim LR-Parsing wird in der Regel mit einem Stack gearbeitet. Ein Beispiel für eine solche Arbeitsweise ist auszugsweise in Figur 5 abgebildet, wobei für die Beispieläußerung nur die

25 Alternative nach Figur 4 wiedergegeben ist.

Zunächst wird ein Zustand „0“ bestimmt. Als nächstes wird der Zustand „0“ mit der Sprachkategorie „Det“ der ersten Spracheinheit der Äußerung kombiniert. Dann wird der Kombination

30 von Zustand „0“ und Sprachkategorie „Det“ eine Aktion „s1“ zugeordnet. Da die Äußerung an dieser Stelle noch eindeutig ist, erfolgt die Zuordnung mit der Wahrscheinlichkeit 1. Die Aktion ist „s1“ („shift 1“), was bedeutet, dass der Folgezustand „1“ bestimmt wird und die Sprachkategorie der ersten

35 Spracheinheit auf den Stack gelegt wird. Die Fortsetzung des Parsingverfahrens ergibt sich analog zu den obigen Ausführungen in der für Parsingverfahren bekannten Vorgehensweise.

alternativen Strukturen jeweils eine Gesamtwahrscheinlichkeit zuordnen. So kann die Auswahl einer wahrscheinlichsten Struktur erfolgen, die zum Beispiel einer maschinelle Übersetzung oder Sprachsynthese der Äußerung zugrunde gelegt werden kann.

5

Für eine genaue Analyse ist es nunmehr von großer Wichtigkeit, die Wahrscheinlichkeiten der Aktionen möglichst genau zu bestimmen. Nach dem Stand der Technik werden diese in Abhängigkeit folgender Größen ermittelt: Der Zustände, im Beispiel „0“ bis „11“, einschließlich der Folgezustände, da diese beim erneuten Ausführen des Verfahrens die Zustände bilden, der Sprachkategorien, hier „Det“ bis „\$“ oder bis „Utterance“, und der Aktionen, im Beispiel „s1“ bis „s5“ und „r1“ bis „r6“. Diese syntaktischen Größen bilden den Kontext im engeren Sinne, weil sie bei der Zuordnung der Aktionen zu den Kombinationen von Zustand und Sprachkategorie unmittelbar eingehen.

Wesentlich ist nun, dass beim erfindungsgemäßen Verfahren die Wahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit vom erweiterten Kontextes bestimmt werden. In diesem sind syntaktische Größen enthalten, die der Kontext im engeren Sinne nicht aufweist. Darüber hinaus können die Wahrscheinlichkeiten auch weiterhin vom Kontext im engeren Sinne abhängen. Dies ist zwar nicht zwingend erforderlich, wird aber in der Regel sinnvoll sein.

So ist der Beispielaussage der Dialogakt „Schilderung“ zugeordnet. Wenn der gleichen Beispielaussage dagegen der Dialogakt „Frage“ zugeordnet wäre, so würde dies zu anderen Wahrscheinlichkeiten für die Aktionen führen, da in der natürlichen Sprache eine Frage mit anderer Wahrscheinlichkeit eine bestimmte syntaktische Struktur hat als eine „Schilderung“.

Gleiches gilt für die syntaktische Größe „Spracheinheit“ selbst. So könnte in der Beispielaussage nicht nur die Sprachkategorie „Substantiv“ der Spracheinheit „Frau“ für die Ermittlung der Wahrscheinlichkeiten verwertet werden, sondern

cept" für das Ende des Verfahrens. Zum allgemeinen Zusammenhang einer Grammatik, wie derjenigen nach Figur 2, mit einer Parsingtable, wie der nach Figur 1, vergleiche A.V. Aho, R. Sethi und J.D. Ullman „Compilers: Principle, Techniques and
5 Tools“, Addison Wesley, Reading, 1986.

Bei den Kombinationen von Zustand „9“ und Sprachkategorie „Prep“ und von Zustand „10“ und Sprachkategorie „\$“ kommt es nun aufgrund der Mehrdeutigkeit der natürlichen Sprache zu
10 einer mehrdeutigen Zuordnung von Aktionen. Das heißt, dass einer Kombination von Zustand und Sprachkategorie mehr als eine Aktion zugeordnet wird. Eine solche Situation ist mit einem deterministischen Verfahren nicht eindeutig auflösbar. Im gegebenen stochastischen Verfahren kann man die Mehrdeu-
15 tigkeit allerdings durch die Zuordnung der unterschiedlichen Aktionen zu der Kombination von Zustand und Sprachkategorie mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vornehmen. So hat zum Beispiel für die Kombination von Zustand „9“ und Sprachkate-
gorie „Prep“ die Aktion „s5“ die Wahrscheinlichkeit 0,7 und
20 die Aktion „r6“ die Wahrscheinlichkeit 0,3. In Figur 1 sind die Wahrscheinlichkeiten der einzelnen Aktionen jeweils in Klammern hinter den Aktionen angegeben. Wie diese Wahrscheinlichkeiten ermittelt werden, wird weiter unten erläutert.

25 Für die Beispieläußerung ergeben sich insgesamt die beiden möglichen Folgen von Aktionen „s1“ → „s3“ → „r2“ → „s4“ → „s1“ → „s3“ → „r2“ → „s5“ → „s1“ → „s3“ → „r2“ → „r6“ → „r3“ → „r5“ → „r1“ → accept und „s1“ → „s3“ → „r2“ → „s4“ → „s1“ → „s3“ → „r2“ → „s5“ → „s1“ → „s3“ → „r2“ → „r6“
30 → „r4“ → „r1“ → accept. Dementsprechend werden der sprachlichen Äußerung die beiden in den Figuren 3 und 4 als Parserbäume dargestellten syntaktischen Strukturen zugeordnet.

35 Während des Verfahrens werden die Wahrscheinlichkeiten der aufeinanderfolgenden Aktionen für die jeweiligen Alternativen miteinander multipliziert, bzw. im Falle logarithmischer Wahrscheinlichkeiten addiert. Damit lässt sich den gefundenen

Zusammenfassung

Verfahren zur Sprachanalyse

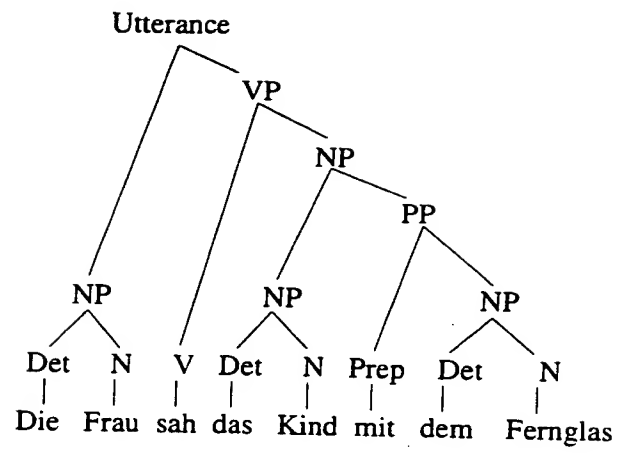
5. Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur rechnergestützten Sprachanalyse, bei dem einer sprachlichen Äußerung eine syntaktische Struktur zugeordnet wird. Dabei werden Zuordnungen mit Wahrscheinlichkeiten vorgenommen, die von einem erweiterten Kontext abhängen.

| | <i>Det</i> | <i>N</i> | <i>V</i> | <i>Prep</i> | <i>\$</i> | <i>NP</i> | <i>VP</i> | <i>PP</i> | <i>Utterance</i> |
|----|------------|----------|----------|----------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| 0 | s1 (1.0) | | | | | g2 | | | g11 |
| 1 | | s3 (1.0) | | | | | | | |
| 2 | | | s4 (1.0) | s5 (1.0) | | | g6 | g7 | |
| 3 | | | r2 (1.0) | r2 (1.0) | r2 (1.0) | | | | |
| 4 | s1 (1.0) | | | | | g8 | | | |
| 5 | s1 (1.0) | | | | | g9 | | | |
| 6 | | | | | r1 (1.0) | | | | |
| 7 | | | r3 (1.0) | r3 (1.0) | r3 (1.0) | | | | |
| 8 | | | | s5 (1.0) | r5 (1.0) | | | g10 | |
| 9 | | | r6 (1.0) | s5 (0.7) r6 (0.3) | r6 (1.0) | | | g7 | |
| 10 | | | | r3 (1.0) | r3 (0.4) r4 (0.6) | | | | |
| 11 | | | | | accept | | | | |

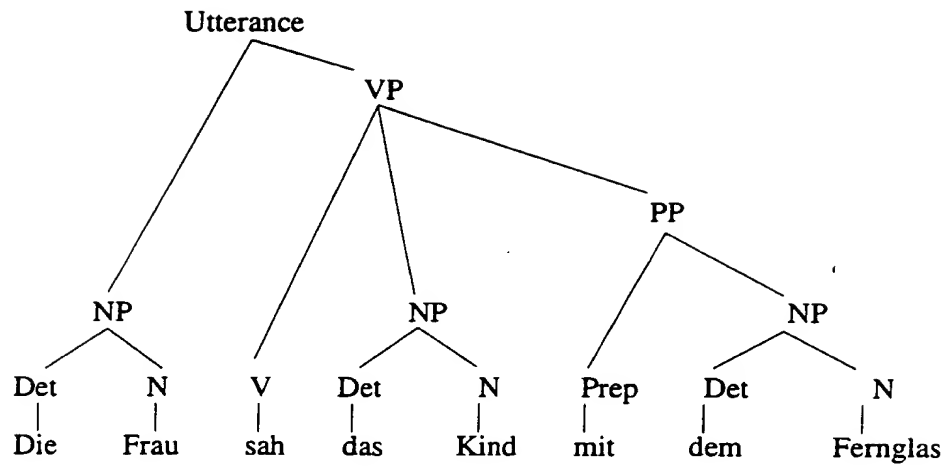
Figur 1

- (1) Utterance \rightarrow NP VP
- (2) NP \rightarrow Det N
- (3) NP \rightarrow NP PP
- (4) VP \rightarrow V NP PP
- (5) VP \rightarrow V NP
- (6) PP \rightarrow Prep NP

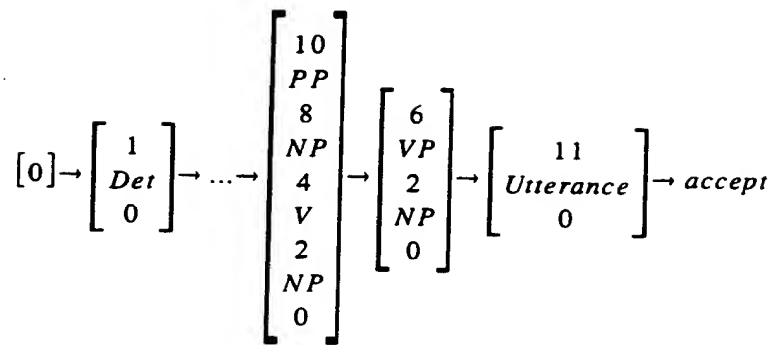
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5